

F T D 自動車の開発試作（第 1 報）

- G T L 燃料使用時のベースエンジンの排出ガス特性 -

環境研究領域 石井 素、鈴木 央一、川野 大輔、後藤 雄一
トヨタ自動車 阪田 一郎

1. はじめに

我が国では、陸上貨物等の輸送を行う商用車等に広く利用されているディーゼルエンジンは、特に大都市地域における浮遊粒子状物質 (S P M) および窒素酸化物 (N O x) の排出への寄与が大きいとされ、平成 17 年 4 月の中環審の答申により、「平成 22 年度までに環境基準を概ね達成することを確実なものとし、その後においても維持してために」、平成 21 年排出ガス規制について非常に厳しい規制値が示された⁽¹⁾。さらに、平成 18 年 3 月の省エネ法の政令等の改正により、重量車についての平成 27 年度の燃費基準値が示され、今後は排出ガスレベルを低く保ちつつ燃費を向上することが要求される厳しい状況となっている。

また、発展途上国による中長期的な原油消費量の増加及び原油産出量の減少が予測されており、最近では原油以外を原料とする自動車用の新燃料の開発が盛んである。その一つに、合成ガスから液体燃料を生成する G T L (Gas to Liquids) 技術を用いた燃料が提案されており、自動車用燃料とした場合、自動車の安全・環境性能に与える影響及びその要因、並びにこれらの性能を確保するためのエンジンシステム及び燃料性状の仕様等の方向性について、技術的検討を重ねる必要がある。

このような状況を踏まえ、平成 17 年度より 3 力年の計画で国土交通省からの委託を受け、交通安全環境研究所および関係メーカー等では、次世代低公害車開発・実用化促進プロジェクトの一環として F T D (Fischer-Tropsch diesel) 自動車の研究開発を進めることとなった。本研究開発により、将来の新燃料に対して必要とされるエンジンシステムとその要素技

術、燃料性状の方向性を示すことができるので、波及効果の大きい有用な成果が得られるものと期待される。なお、本研究開発においては、天然ガス由来の G T L 燃料の他に、環境負荷の面で有利とされるバイオマス由来の B T L (Biomass to Liquids) も視野に入れることから、これらを燃料とする開発試作車両は「 F T D 自動車」とした。本報においては、これまでに実施した G T L 燃料を用いた場合の排出ガス特性と燃費の試験結果について報告する。

2. F T D 燃料について

図 1 に F T D 燃料の製造過程の概略を示す。合成ガスを生成する原料により、前述の G T L 燃料および B T L 燃料の他に、もともと F T 合成法の対象であった石炭由来の C T L 燃料、アスファルト由来の A T L 燃料があげられる。燃料の特徴は、後処理装置の劣化に影響が大きい硫黄分を含まない、 P M 排出の一因となるアロマ成分が大幅に低い、セタン価が高く炭化水素 (H C) 及び騒音低減に有利な着火性がよいことなどがあげられる。

3. 開発のコンセプト

開発車両のエンジンシステムの概要を図 2 に示す。採用されているエンジン要素技術は、現時点で最新の組み合わせであり、これらに F T D 燃料最適化を施

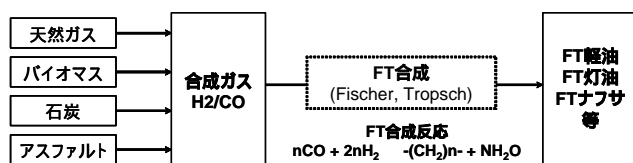


Fig.1 F T D 燃料製造過程

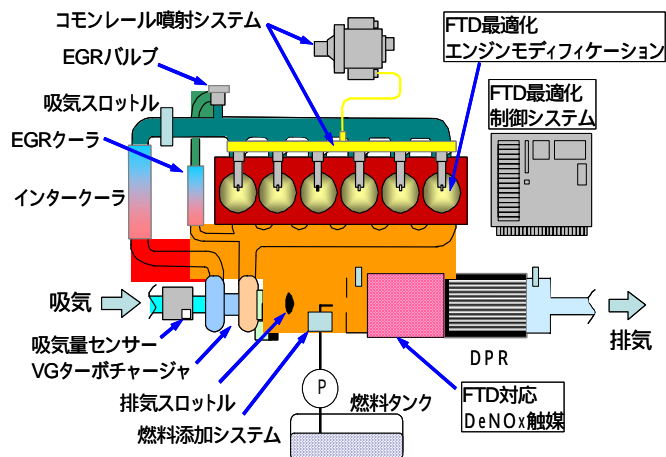


Fig.2 エンジンシステム概要

Table 1 燃料性状の比較

		JIS 2号軽油 S=10ppm	FTD燃料A	FTD燃料B
密度	@15 g/cm ³	0.8217	0.784(-5.6%)	0.770(-7.3%)
密度(実測定)	@15 g/cm ³	0.82	0.784	0.7714
動粘度	@30 mm ² /s	3.355	4.329	-
引火点		64	88.0	-
蒸留、	初留	165.5	189.0	159.5
	10%	204.5	232.5	177.5
	50%	282.5	299.5	265.0
	90%	332.5	332.5	327.0
	終点	353.0	346.0	338.0
硫黄分	ppm	3	<1	-
セタン価		-	82.6	-
セタン指数		61.1	93.2	83.7
総発熱量	MJ/kg	43.0	43.50(+1.1%)	43.65(+1.5%)
総アロマ	Vol. %	19.7	<0.05	-
単環	Vol. %	17.5	<0.05	-
二環	Vol. %	1.9	<0.05	-
三環+	Vol. %	0.3	<0.05	-

す。本開発試作の概要は以下の通りである。

- ・ 前述の燃料の特徴を最大限に活用するために、FTD100%燃料を前提としたエンジン燃焼系の最適化
- ・ 上記燃料を前提とした排ガス後処理装置の最適化
- ・ 開発対象は、排気量 4.0L および 7.7L のエンジンをベースとし、サイズの異なるエンジン結果を対比することにより開発技術活用の汎用性を確保する。最終成果は、7.7L のエンジンの開発試作に集約させる。

排出ガスおよび燃費目標を以下のように設定した。

- ・ NOx : 2009 年規制値以下。さらに挑戦目標値を目指す。
- ・ PM : 2009 年規制値以下。
- ・ 燃費 : 現行のディーゼル車以上。

4. 実験結果および考察

7.7L の新短期規制対応のベースエンジンにおいて後処理装置を装着しない場合に、軽油および 2 種類の FTD 燃料を用いた排出ガス等の結果について示す。これら 2 種類の FTD 燃料は、天然ガス由来の GTL 燃料である。表 1 に供試燃料性状の比較を示す。FTD 燃料 A、B はそれぞれ軽油に比べて蒸留 50% までの分留温度が高いものと低いものを選択した。アロマ分は両者ともほとんど含まれていない。

図 3 に JE05 モードにおける NOx と PM の測定結果を示す。両 FTD 燃料ともに、軽油と比較すると、NOx の排出率は変わらないが PM の排出率は改善する。これは、前述のように燃料中のアロマ分が低いためと考えられる。本供試エンジンと同排気量の新長期規制対応車が既に市場に出されていることから、DPF を装着し、EGR 制御を調整すれば、現時点で

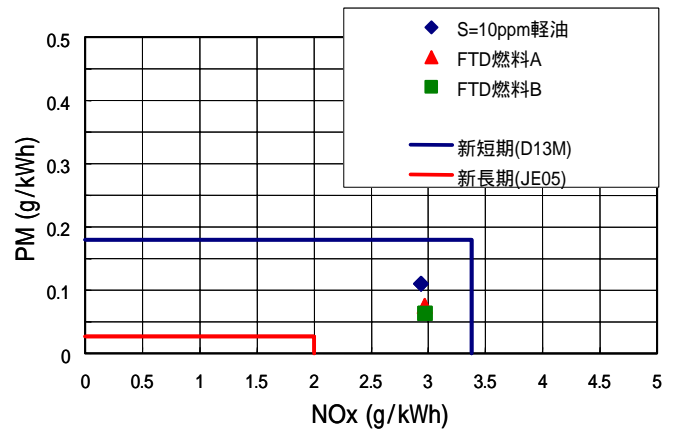


Fig.3 NOx および P M 排出率の比較

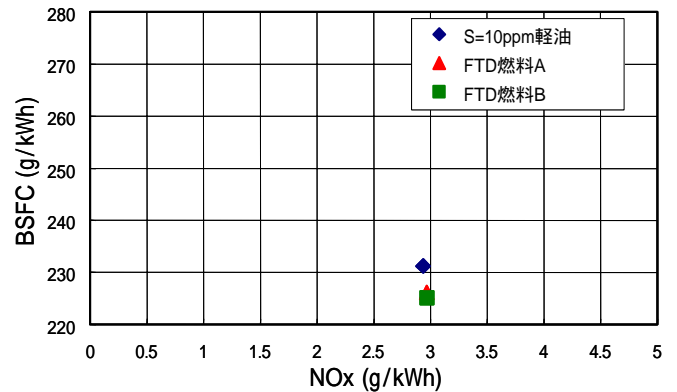


Fig.4 NOx 排出率および燃料消費率の比較

も FTD 燃料を使用した場合でも新長期規制レベルのポテンシャルは有すると予測される⁽²⁾。すなわち、軽油に比べて PM が低いことから、より高い EGR 率の適用が可能となり、NOx の低減には有利に働く。しかしながら、目標達成のためには、後処理システムの最適化等なお多くの改善点が考えられる。

同様に、図 4 に NOx と燃料消費率の結果を示す。図に示すように、燃料消費率は重量ベースで算出すると FTD 燃料が低い値になるが、発熱量ベースで比較すると軽油と同等となる。

5. まとめ

開発対象となるベースエンジンに、2 種類の FTD 燃料を使用した場合の、排出ガスおよび燃料消費率の測定結果について述べた。今後は目標達成のためにゼロ硫黄分、低アロマ分、高セタン価等の FTD 燃料の特徴を積極的に利用したエンジンシステム等の開発試作を進める予定となっている。

参考文献

- (1) 環境省中環審, 「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第八次答申)」, 2005 年 4 月. (2) 鈴木他, JSAE 学術講演会前刷集, No.33-06, p1-4, 2006.